

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 61-285760

(43)Date of publication of application : 16.12.1986

(51)Int.Cl.

H01L 27/14
H04N 5/335

(21)Application number : 60-126287

(71)Applicant : CANON INC

(22)Date of filing : 12.06.1985

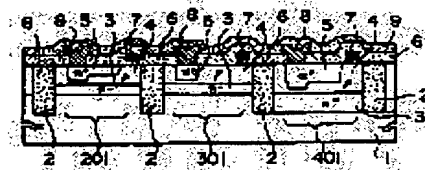
(72)Inventor : ARIKAWA SHIRO

(54) PHOTOELECTRIC CONVERSION DEVICE

(57)Abstract:

PURPOSE: To make it possible to obtain photoelectric conversion cells having desired spectral sensitivities, by providing at least two or more photoelectric conversion cells at positions, where photoelectric conversion regions, which mainly generate carriers to be stored in a control electrode region, are located at different depths.

CONSTITUTION: On an n-type silicon substrate 1, three optical sensor cells 201, 301 and 401 constituting one picture element are formed. The spectral sensitivity of each optical sensor cell depends on the depth caused by the transmittance of light for silicon. The light having a long wavelength penetrates more deeply in a visible light region. Therefore, the photoelectric conversion regions having high photoelectric conversion efficiency are provided in the various depths. The photoelectric conversion efficiency in other regions is suppressed to a lower value. Thus, the optical sensor cells having different spectral sensitivities can be readily formed. By utilizing this property, the optical sensor cell 201 is used as a green-signal outputting cell; the optical sensor cell 301 is formed as a blue-signal outputting cell; and the optical sensor cell 401 is formed as a red-signal outputting cell.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

THIS PAGE BLANK (USPTO)

⑫ 公開特許公報(A)

昭61-285760

⑬ Int. Cl.⁴H 01 L 27/14
H 04 N 5/335

識別記号

庁内整理番号

7525-5F
8420-5C

⑭ 公開 昭和61年(1986)12月16日

審査請求 未請求 発明の数 1 (全7頁)

⑮ 発明の名称 光電変換装置

⑯ 特 願 昭60-126287

⑰ 出 願 昭60(1985)6月12日

⑱ 発 明 者 有 川 志 郎 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内
⑲ 出 願 人 キヤノン株式会社 東京都大田区下丸子3丁目30番2号
⑳ 代 理 人 弁理士 山下 穰平

明 細 書

1. 発明の名称

光電変換装置

2. 特許請求の範囲

(1) 一導電型半導体より成る2個の主電極領域と反対導電型半導体より成る制御電極領域とから成る半導体トランジスタと、浮遊状態にした前記制御電極領域の電位を制御するためのキャパシタとを有し、浮遊状態にした前記制御電極領域の電位を前記キャパシタを介して制御することによって、光によって発生したキャリアを前記制御電極領域に蓄積し、該蓄積によって発生した蓄積電圧に対応した出力を脱出す動作を少なくとも行う光電変換セルを複数個有する光電変換装置において、

前記光電変換セルの少なくとも2個以上は、前記制御電極領域に蓄積されるキャリアを主に発生する光電変換領域が受光面から互いに異なる深さの位置に設けられたことを特徴とする光電

変換装置。

3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

本発明は、キャパシタを介して電位が制御される光電荷蓄積領域を有する光電変換装置に係り、特に所望の分光感度を有する光電変換装置に関する。

〔従来技術〕

第5図(A)は、特開昭80-12759号公報～特開昭80-12785号公報に記載されている光電変換装置の平面図、第5図(B)は、そのI-I線断面図である。

両図において、nシリコン基板101上に光センサセルが形成され配列されており、各光センサセルはSiO₂、Si₃N₄、又はポリシリコン等より成る素子分離領域102によって隣接する光センサセルから電気的に絶縁されている。

各光センサセルは次のような構成を有する。

エビタキシャル技術等で形成される不純物濃度の低いn-領域103上にはpタイプの不純物を

ドーピングすることでp領域104が形成され、p領域104には不純物拡散技術又はイオン注入技術等によってn⁺領域105が形成されている。p領域104およびn⁺領域105は、各々バイポーラトランジスタのベースおよびエミッタである。

このように各領域が形成されたn⁻領域103上には酸化膜106が形成され、酸化膜106上に所定の面積を有するキャパシタ電極107が形成されている。キャパシタ電極107は酸化膜106を挟んでp領域104と対向し、キャパシタ電極107にパルス電圧を印加することで浮遊状態にされたp領域104の電位を制御する。

その他に、n⁺領域105に接続されたエミッタ電極108、エミッタ電極108から信号を外部へ読出す配線109、キャパシタ電極107に接続された配線110、基板101の裏面に不純物濃度の高いn⁺領域111、およびバイポーラトランジスタのコレクタに電位を与えるための電極112がそれぞれ形成されている。

次に、基本的な動作を説明する。まず、バイ

104に蓄積し、その蓄積電荷量によってエミッタ電極108とコレクタ電極112との間に流れる電流をコントロールするものである。したがって、蓄積された電荷を、各セルの増幅機能により電荷増幅してから読出すわけであり、高出力、高感度、さらに低雑音を達成できる。

また、光動起によってベースに蓄積されたホールによりベースに発生する電位 V_p は、 Q/C で与えられる。ここで Q はベースに蓄積されたホールの電荷量、 C はベースに接続されている容量である。この式により明白な様に、高集積化された場合、セル・サイズの縮小と共に Q も C も小さくなることになり、光動起により発生する電位 V_p は、ほぼ一定に保たれることがわかる。したがって、ここで提案されている方式は、将来の高解像度化に対しても有利なものであると言える。

このような方式の光電変換装置を用いてカラー信号を取り出すためには、各光センサセル上に赤、青、緑又は黄、シアン、緑、白の各カラーフィルタを設けて一画素を構成する必要がある。

ポーラトランジスタのベースであるp領域104は負電位の初期状態であるとする。このp領域104に光113が入射し、光量に対応した電荷がp領域104に蓄積される(蓄積動作)。蓄積された電荷によってベース電位は変化し、その電位変化によってエミッタ・コレクタ間電流が制御され、浮遊状態にしたエミッタ電極108から入射光量に対応した電気信号を読出すことができる(読出し動作)。また、p領域104に蓄積された電荷を除去するには、エミッタ電極108を接地し、キャパシタ電極107にリフレッシュ用の正電圧パルス印加する。この正電圧を印加することでp領域104はn⁺領域105に対して順方向にバイアスされ、蓄積された電荷が除去される。そして、リフレッシュ用正電圧パルスが立下がった時点で、p領域104のベース電位は負電位の初期状態に復帰する。以後、上記の蓄積、読出し、リフレッシュという各動作が繰り返される。

要するに、ここで提案されている方式は、光入射により発生した電荷を、ベースであるp領域

光センサセル上にカラーフィルタを形成する方法には二通りある。第一の方法は、上記光電変換装置が完成した後、各セル上に直接カラーフィルタ用の顔料、染料等の色材フィルムを蒸着法等によって形成し、続いて、その色材フィルムをエッチング法又はリフトオフ法によってパターンニングし、それを繰返すことで色材フィルムを各光センサセル上にモザイク状に形成する方法である。

第二の方法は、ガラス基板等に第一の方法と同様にして予めカラーフィルタを形成し、そのカラーフィルタを上記光電変換装置に貼り合わせるものである。

〔発明が解決しようとする問題点〕

しかしながら、上記方法によってカラーフィルタを形成し上記光電変換装置をカラー化すると、次のような問題点が現れる。

まず、第一の方法では、光センサセル上に直接カラーフィルタを形成すると、位置合せ精度は極めて良い反面、色材フィルムに含まれるナトリウム等の汚染物質が、熱や電界等の外部エネルギーに

よって光センサセルおよび周辺回路へ容易に移動し、それらの動作を不安定にするという問題点を有していた。

第二の方法では、ガラス基板に形成されたフィルタを光センサセル上に接着固定するために位置合せが困難となり、位置合せを確実にしようとするればチップを大きくする必要がある。また、接着剤を使用するために、接着剤中の汚染物質の影響を受け易いという問題点も有していた。

【問題点を解決するための手段】

上記従来の問題点を解決するために、本発明による光電変換装置は、一導電型半導体より成る2個の主電極領域と反対導電型半導体より成る制御電極領域とから成る半導体トランジスタと、浮遊状態にした前記制御電極領域の電位を制御するためのキャパシタとを有し、浮遊状態にした前記制御電極領域の電位を前記キャパシタを介して制御することによって、光によって発生したキャリアを前記制御電極領域に蓄積し、該蓄積によって発生した蓄積電圧に対応した出力を読出す動作を少

を構成する3個の光センサセル201、301および401が形成され、この画素が複数配列されている。また、各光センサセルは素子分離領域2によって隣接する光センサセルから電気的に絶縁されている。

光センサセル201、301および401は、 n -エピタキシャル層のコレクタ領域3、 p -ベース領域4および n^+ エミッタ領域5から成るバイポーラトランジスタと、さらに酸化膜6を挟んで p -ベース領域4の電位を制御するためのキャパシタ電極7とから各々構成される。また、図示されていないが、基板1の裏面には各光センサセル共通のコレクタ電極が形成されている。さらに、各光センサセルは保護膜9によって保護されている。

なお、基板1は、不純物濃度が十分高く、(最低でも $1 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ 、望ましくは $1 \times 10^{21} \text{ cm}^{-3}$)、表面付近の欠陥密度が極めて低く、且つ表面から数 μm 程度より深い部分では欠陥密度が極めて高いことが必要である。

基板1をこのように構成することで、光照射に

なくとも行う光電変換セルを複数個有する光電変換装置において、

前記光電変換セルの少なくとも2個以上は、前記制御電極領域に蓄積されるキャリアを主に発生する光電変換領域が受光面から互いに異なる深さの位置に設けられたことを特徴とする。

【作用】

このように構成すれば、半導体に侵入する光は波長によって侵入距離が異なるために、所望の分光感度を有する光電変換セルを得ることができる。したがって、たとえば赤、青、緑の各色の光にそれぞれ分光感度を有する光電変換セルを配列すれば、カラーフィルタを設けることなくカラー読出し出力を得ることができる。

【実施例】

以下、本発明の実施例を図面を用いて詳細に説明する。

第1図は、本発明による光電変換装置の第一実施例の概略的断面図である。

同図において、 n シリコン基板1上に、一画素

よって基板内部に発生した電子・正孔対のうちの正孔のライフタイムを最低でも一桁短かくし、基板1とコレクタ領域3との濃度差による電界および拡散によって正孔が p -ベース領域4と n -コレクタ領域3との接合部に形成される空乏層内に達することを防止する。

ところで、光センサセルの分光感度は、シリコンに対する光の透過率に起因する深さ依存性を有し、可視光領域では長波長の光の方がより深く侵入する。したがって、光電変換効率の高い光電変換領域(p -ベース領域4と n -コレクタ領域3との接合部に形成され、主に n -コレクタ領域3側へ延びた空乏層領域)を様々な深さに設け、その他の領域の光電変換効率を低く抑えることで、分光感度の異なる光センサセルを容易に形成することができる。これを利用して、本実施例における上記光センサセル201、301および401は、それぞれ緑信号出力用セル(以下、Gセル201とする。)、青信号出力用セル(以下、Bセル301とする。)、および赤信号出力用セル(以下、Rセ

ル401とする。)として形成されている。

Gセル201の n^+ エミッタ領域5は深い領域と浅い領域とから成り、バイポーラトランジスタの電流増幅率は深い領域によって決定される。

また、 n^+ エミッタ領域5の浅い領域は受光面下に広がり、しかも不純物濃度が高いために、この領域で短波長側の光によって発生した電子・正孔対のうちの正孔は即座に再結合し、 p ベース領域4に蓄積されにくくなる。他方、 n^- エピタキシャル層のコレクタ領域3と基板1との接合面が比較的浅い位置に設けられているために、長波長側の光は不純物濃度および欠陥密度が十分高い基板1の内部に到達する。したがって、そこで発生した正孔も即座に再結合し、上記 p ベース領域4には蓄積されにくい。

このように、Gセル201は短波長側および長波長側の光の光電変換効率が低く、中間波長付近の光(ここでは緑色を中心とした波長領域の光)の光電変換効率が最も高くなっている。

Bセル301の n^+ エミッタ領域5は、Gセル

側(赤色側)へシフトしたものとなる。

上記Gセル201、Bセル301およびRセル401によって一画素を構成することによって、カラーフィルタを用いることなくカラー化された光電変換装置を構成することができる。なお、各光センサセルの蓄積、読出し、およびリフレッシュ等の基本動作は第5図において説明した通りである。

次に、本実施例の製造方法を説明する。

第2図(A)~(C)は、本実施例の製造工程図である。

まず、 n シリコン基板1は、すでに述べたように、不純物濃度が十分高く、表面付近での欠陥密度が極めて低く、且つ表面から数 μm 程度より深い部分では欠陥密度が極めて高い。このような基板1上のRセル401を形成しようとする部分だけを若干エッチング除去する。このエッチングの深さは、Rセル401の目的とする長波長側の分光感度によって決定される。続いて、エピタキシャル成長によって基板1上に n^- エピタキシャル層のコレクタ領域3を成長させる。続いて、 SiO_2 等

201のように受光面下に広がる浅い領域を持たないために、侵入距離の短い短波長光によって発生した電子・正孔対のうちの正孔を p ベース領域4に蓄積することができる。他方、 n^- エピタキシャル層のコレクタ領域3と基板1との接合面は、Gセル201と同様に比較的浅い位置に設けられているために、長波長側の光によって発生した電子・正孔対のうちの正孔は p ベース領域4には蓄積されにくい。したがって、Bセル301の分光感度は、Gセル201のそれより短波長側(青色側)へシフトしたものとなる。

Rセル401の n^+ エミッタ領域5は、Gセル201と同様に受光面下に広がる浅い領域を有するが、Gセル201より深く形成されている。したがって、短波長側の光電変換効率がGセル201の場合より更に広い範囲で低下する。また、 n^- エピタキシャル層のコレクタ領域3と基板1との接合面が深い位置に設けられているために、長波長側の光電変換効率が向上する。したがって、Rセル401の分光感度は、Gセルのそれよりも長波長

の絶縁物によって素子分離領域2を形成する[第2図(A)]。

次に、表面にバッファ用酸化膜を形成した後、Rセル401を形成しようとする n^- エピタキシャル層に p 型不純物イオンを注入し、熱拡散によって p ベース領域4を形成する[同図(B)]。

次に、Rセル401の p ベース領域4に n 型不純物イオンを部分的に注入し、熱拡散によって n^+ エミッタ領域5の深い領域を形成する[同図(C)]。すでに述べたように、この深い領域によってRセル401の電流増幅率が制御される。

次に、Gセル201およびBセル301を形成しようとする n^- エピタキシャル層に p 型不純物イオンを注入し、Rセル401の n^+ エミッタ領域5の浅い領域を形成しようとする n^- エピタキシャル層に n 型不純物イオンを注入する。続いて、熱処理を行い、Gセル201およびBセル301の p ベース領域4と、Rセル401の n^+ エミッタ領域5とを同時に形成する。ここで、 p 型不純物としてボロンを用いるとドーズ量は $1 \times 10^{12} \sim 1 \times 10^{14}$

cm^{-2} 、 n 型不純物としてリンを用いるとドーパ量は $5 \times 10^{14} \sim 1 \times 10^{16} \text{cm}^{-2}$ であり、熱処理は N_2 雰囲気中で行われ、温度は 1100°C 程度、時間は $30 \sim 120$ 分間である〔同図(D)〕。

次に、酸化膜6を形成した後、LPCVD法を用い温度 $580 \sim 650^\circ\text{C}$ 、 SiH_4 流量 $20 \sim 200 \text{SCCM}$ 、堆積圧力 $0.2 \sim 1.0 \text{Torr}$ の条件下で、ポリシリコン膜を堆積する。

続いて、このポリシリコン膜に n 型不純物を熱拡散法又はイオン注入法によって固溶限度近くまで濃くドーパし、ポリシリコン膜のシート抵抗値を低下させる。たとえば、 POCl_3 を用いてドーパする場合、キャリアガスとしての N_2 流量 $4 \sim 8 \text{SCCM}$ 、 O_2 流量 $50 \sim 200 \text{SCCM}$ 、バブリングガスとしての N_2 流量 $20 \sim 100 \text{SCCM}$ 、温度 $900 \sim 1000^\circ\text{C}$ 、デポジッション時間 $5 \sim 30$ 分の条件で行い、その結果シート抵抗値は $12 \sim 15 \Omega/\square$ 程度まで低下する。

続いて、堆積したポリシリコン膜をパターニングし、各光センサセルのキャパシタ電極7を形成

およびBセル301のコレクタ領域3と基板1との接合面を相対的に浅い位置に設けることで長波長側の光情報を排除した。しかし、本実施例ではこのようなエッチングは行わず、Gセル201およびBセル301を形成する部分に p^+ 埋込み層10を形成することで、長波長側の光情報を排除した。この方法は、基板1のエッチングを行わないために基板1にダメージを与えることがない。今回は、一般的に用いられるスピニングガラス法によるSb埋込み層形成によって良い結果が得られた。この方法においても、イントリンシックゲッターリングによって基板1の表面に近い数 μm の領域のみを無欠陥化しておくことは有効である。なお、その外の構造は第一実施例と同様であるから省略する。

第4図は、第一実施例において他の素子分離領域を用いた光電変換装置の概略的断面図である。

第一実施例における素子分離領域は絶縁体だけで構成される必要はない。第4図に示すように、 SiO_2 等の絶縁体21の直下に p^+ 拡散領域22を形成しても有効に素子間の分離を行うことができ

する。続いて、 n 型不純物イオンを注入し、熱拡散によって、Gセル201のエミッタ領域5の深い領域と、Bセル301のエミッタ領域5を形成する〔同図(E)〕。

次に、同じく n 型不純物イオンの注入および熱処理によって、Gセル201のエミッタ領域5の浅い領域を形成する〔同図(F)〕。

次に、酸化膜8およびキャパシタ電極7上に層間絶縁膜をCVD法又はLOCVD法等によって形成する〔同図(G)〕。

次に、各光センサセルのエミッタ領域5上にコンタクトホールを形成し、Al等の金属を蒸着して電極8を形成する。続いて、表面保護膜9としてPSG又は Si_3N_4 等をCVD法又はPCVD法(PECVD法)によって形成し、第1図に示す本実施例が完成する。

第3図は、本発明の第二実施例における一部省略の断面図である。

第1図に示す第一実施例ではRセル401を形成する部分の基板1をエッチングし、Gセル201お

る。この場合、絶縁体21を埋込む深さを浅くするために、分離幅を小さくできるとともに、エッチングの際のダメージおよび汚染等を低減させることができる。

〔発明の効果〕

以上詳細に説明したように、本発明のよる光電変換装置は、制御電極領域に蓄積されるキャリアを主に発生する光電変換領域が受光面から異なる深さの位置に設けられ、所望の分光感度を有する光電変換セルから構成される。

そのために、たとえば赤、青、緑の各色の光にそれぞれ分光感度を有する光電変換セルを配列すれば、カラーフィルタを設けることなくカラー読出し出力を得ることができる。したがって、従来のようにフィルタの汚染物質等の影響が皆無となり、劣化が防止され、光電変換特性の経時的変化が極めて少なくなる。

また、カラーフィルタを形成する工程が不要となるために、製造工程が簡略化される。

4. 図面の簡単な説明

第1図は、本発明による光電変換装置の第一実施例の概略的断面図、

第2図(A)～(G)は、本実施例の製造工程図、

第3図は、本発明の第二実施例における一部省略の断面図、

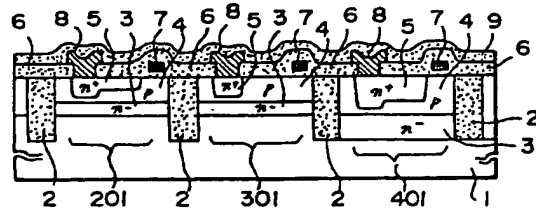
第4図は、第一実施例において他の素子分離領域を用いた光電変換装置の概略的断面図、

第5図(A)は、特開昭 60-12753号公報～特開昭 60-12765号公報に記載されている光電変換装置の平面図、第5図(B)は、そのI-I線断面図である。

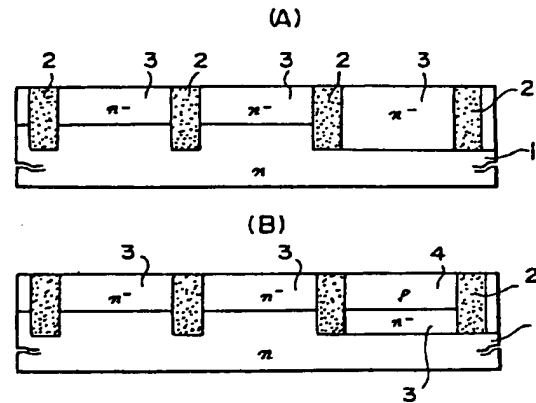
- 1・・・基板 2・・・素子分離領域
3・・・コレクタ領域
4・・・pベース領域
5・・・n⁺エミッタ領域
7・・・キャパシタ電極

代理人 弁理士 山下 穰 平

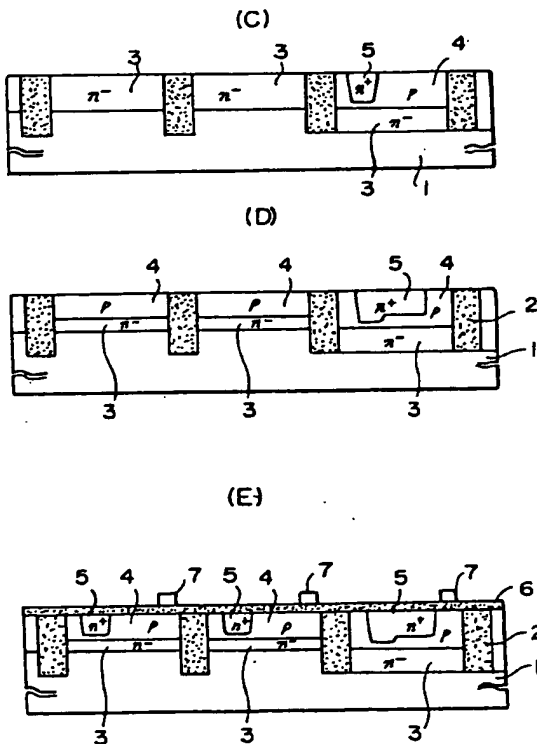
第1図



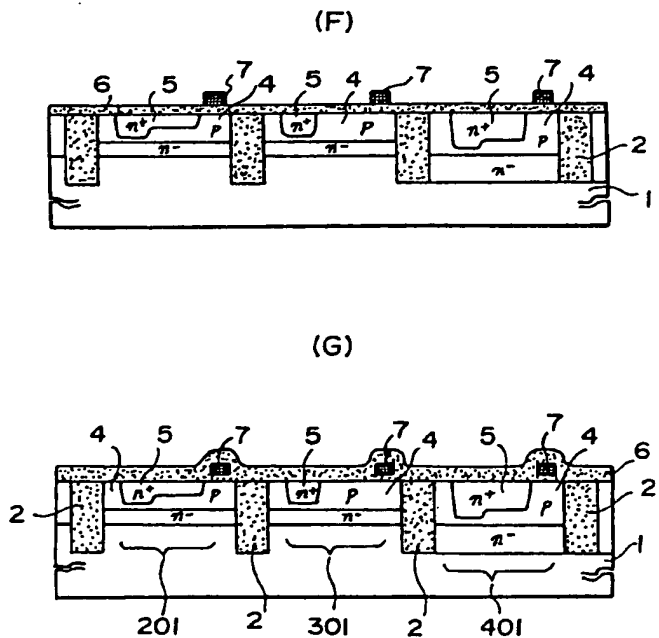
第2図



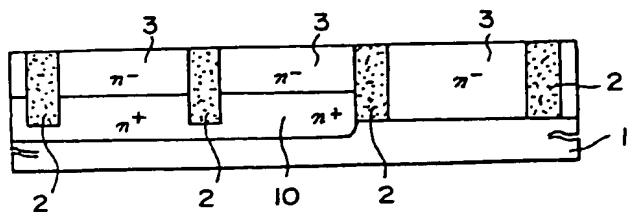
第2図



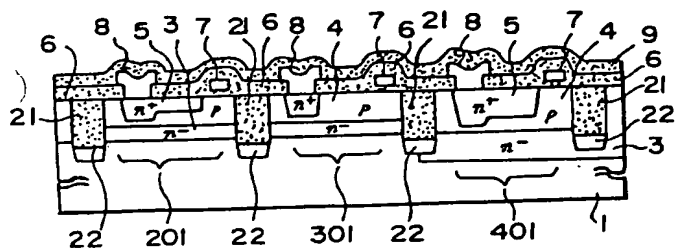
第2図



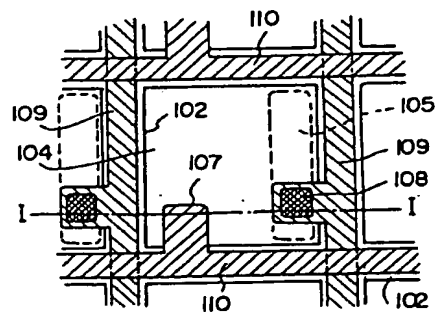
第 3 図



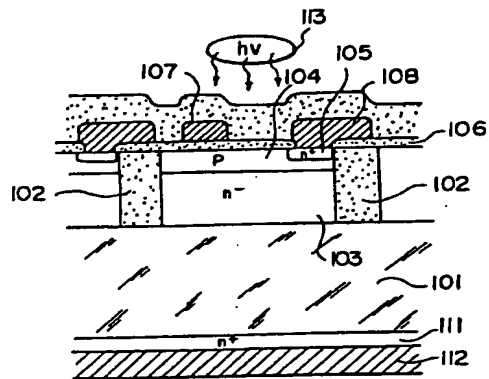
第 4 図



第 5 図 (A)



第 5 図 (B)



THIS PAGE BLANK (USPTO)